

**ASSOCIATION
COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE – EURATOM
et
COMMISSARIAT A L'ÉNERGIE ATOMIQUE – C.E.A.**

**ÉTUDE
DES NIVEAUX DE CONTAMINATION RADIOACTIVE
DU MILIEU AMBIANT
ET DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE**

Rapport d'Activité 1962

1964



**Rapport établi au
Centre d'Études Nucléaires de Fontenay-aux-Roses, France
Département de la Protection Sanitaire**

Contrat EURATOM N° 003-63-10 PSAF

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	5
1. PLANNING - COORDINATION - METHODE DE TRAVAIL	9
1.1. Recherche des Informations Scientifiques - Détermination des données de base	9
1.2. Exploitation des données - Traitement Mathématique	9
1.3. Expression des résultats	9
2. DONNEES BIOLOGIQUES DE BASE - EVOLUTION EN FONCTION DE L'AGE	10
2.1. Données anatomiques	10
2.2. Données anatomophysiologiques relatives au tractus gastro-intestinal .	10
3. DONNEES QUALITATIVES ET QUANTITATIVES SUR LA CONSOM- MATION ALIMENTAIRE - ETUDES DES REGIMES	10
4. ETUDES DES VECTEURS DES RADIONUCLIDES	11
5. ETUDES DES TRANSFERTS DES RADIONUCLIDES DES SOURCES DE POLLUTION A L'HOMME	12
5.1. Transferts des radionuclides des aliments du bétail dans le lait et les produits laitiers	13
5.2. La contamination directe des produits végétaux	13
5.3. La contamination directe des céréales	13
6. LES SOURCES DE POLLUTION DU MILIEU AMBIANT	13
7. TECHNIQUES DE CALCUL - TRAITEMENT MATHEMATIQUE DES DONNEES	14
7.1. Analyse de l'information apportée par les enquêtes alimentaires . . .	14
7.2. Calculs relatifs aux niveaux de contamination radioactive	14

INTRODUCTION

Le développement des applications pacifiques de l'énergie nucléaire entraîne l'arrivée dans le milieu ambiant de substances radioactives nombreuses et variées dont les effets biologiques et les conséquences sanitaires doivent pouvoir être évalués et mesurés avec une précision suffisante.

La principale source de contamination radioactive de l'homme réside dans la pollution de ses aliments. En effet, l'irradiation directe des individus par les retombées radioactives représente approximativement un dixième de la contamination due à l'absorption d'eau ou d'aliments contaminés.

Cette contamination alimentaire est mal connue. Il est particulièrement difficile d'établir exactement les rapports qui existent entre la contamination du milieu ambiant et les doses d'irradiation qui en résulteraient pour les individus. Surtout depuis une dizaine d'années, des études sont menées selon deux lignes principales: l'une concerne le mouvement des substances radioactives dans le milieu et les différents facteurs qui peuvent l'influencer. L'autre tente de préciser les modalités d'absorption des substances radioactives et leur participation au métabolisme végétal et animal.

Des progrès importants ont été réalisés sur le plan scientifique, mais au point de vue de la santé publique et de la protection sanitaire, ce qui importe est d'essayer d'établir les niveaux de contamination radioactive du milieu ambiant et de la chaîne alimentaire acceptables par les autorités compétentes et sur lesquels elles peuvent baser des programmes de surveillance et établir des plans d'intervention en cas d'accident.

Les normes de base de l'Euratom fixent dans l'Annexe 3 des Directives, parue au Journal Officiel des Communautés du 9 juillet 1962, des niveaux maximums de substances radioactives présentes dans l'air inhalé et dans l'eau ingérée. Ces valeurs sont surtout utilisées en vue de la protection des travailleurs. S'il est possible d'en déduire des niveaux très généraux applicables à la population, il est difficile, sinon impossible, d'en tirer les chiffres qui concernent la contamination des différents aliments.

Les problèmes liés à l'établissement des normes complémentaires de contamination revêtent pour la Commission de l'Euratom une importance particulière et l'ont conduite à conclure avec le C.E.A., qui possède déjà une certaine expérience dans ce domaine, un contrat d'association en vue de mener en commun des études et des recherches permettant l'établissement de tels niveaux.

Le contrat vise à vérifier, éventuellement rectifier et compléter les concentrations maximales admissibles relatives au milieu ambiant, en particulier pour les eaux de surface, les eaux d'irrigation, l'eau de mer ainsi que pour le sol et les plantes. D'autre part, il est envisagé d'établir et de proposer des concentrations maximales admissibles pour les différents aliments d'origine minérale, végétale ou animale entrant dans le régime des populations.

Son objet est de rassembler les données scientifiques, techniques et statistiques fournies par la physiologie, la toxicologie, l'agronomie et l'alimentation et d'en faire une

synthèse permettant d'aboutir à des niveaux de contamination radioactive. Les données scientifiques se rapportent essentiellement à l'étude du cycle des substances radioactives dans le milieu ambiant et de leur métabolisme chez l'homme. Les données techniques portent d'une part sur les méthodes de production des denrées alimentaires et d'autre part sur les transformations et la consommation de ces denrées. Les données statistiques concernent la diététique et les habitudes alimentaires ainsi que la production et la consommation des aliments.

Il est prévu que ce programme soit mis en œuvre par étapes successives couvrant une période d'environ 10 ans.

Le présent rapport concerne les trois derniers mois de 1961, au cours desquels le contrat a pris son départ, et l'année 1962.

Dr. P. RECHT

I. Comité de Gestion

Président:	Dr RECHT (Euratom)
Vice-Président:	Dr JAMMET (C.E.A.)
Membres:	M. CARPENTIER (Euratom) M. ROGNON (C.E.A.) M. VAN HOECK (Euratom)
Secrétaire:	M. BRESSON (C.E.A.)

II. Consultants scientifiques

Prof. BIGWOOD:	Professeur émérite et Recteur honoraire de l'Université de Bruxelles 48, rue Emile Bouillot, Bruxelles
Prof. SCHUFFELEN:	Professeur à Landbouwhogeschool Laboratorium voor Landbouwscheikunde De Dreijen, 3, Wageningen (Pays-Bas)
Dr MOLITOR:	Directeur de la Santé Publique 3, rue Auguste Lumière, Luxembourg (Grand-Duché de Luxembourg)
Dr POLVANI:	Directeur de la Divisione Biologica e Protezione Sanitaria C.N.E.N. Via Belisario, 15, Rome (Italie)
Prof. GEDDA:	Directeur Istituto Gregorio Mendel Piazza Galeno, 5, Rome (Italie)
Prof. PELSCHENKE:	Direktor der Bundesforschungsanstalt für Getreideverarbeitung Am Schützenberg, 9, Detmold (Allemagne)
Prof. KUPRIANOFF:	Direktor der Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung Kaiserstrasse, 12, Karlsruhe (Allemagne)
Prof. BUGNARD:	Directeur de l'Institut National d'Hygiène 3, rue Léon Bonnat, Paris 16 ^{me} (France)
M. MOCQUOT:	Directeur de la Station Centrale de Recherches laitières et de Technologie des Produits animaux Centre National de Recherches Zootechniques Domaine de Vilvert, Jouy-en-Josas (Seine-et-Oise) (France)

Composition du Groupe de Recherche

Directeur: M.G. LACOURLY

Biologie humaine:	Mme C. RAULIER-FABRY	(1/1 - 31/12 1962)
Nutrition:	M. M. CRESTA	(15/2 - 31/12 1962)
Agronomie:	M. J.G. SMEETS	(1/1 - 31/12 1962)
Physique sanitaire:	M. G. VACCA	(1/1 - 31/12 1962)
Mathématiques:	Mme A. GARNIER	(1/1 - 31/12 1962)
Physiologie animale:	M. L. LEISTNER	(1/12 - 31/12 1962)
Documentation:	Mlle R. STOCK	(1/4 - 31/12 1962)
	M. R. HAMMER	(1/8 - 31/12 1962)
	Mlle M.A. BOMBACE	(1/12 - 31/12 1962)

1. PLANNING - COORDINATION - METHODE DE TRAVAIL

Au cours de l'année 1962, l'association Euratom-C.E.A. « Niveaux de Contamination » a constitué progressivement son groupe de travail et a entrepris les études qui s'inscrivent dans le cadre de son programme technique.

L'établissement des niveaux de contamination radioactive de la chaîne alimentaire et du milieu ambiant implique :

d'une part, la collecte des données de tous ordres dans les domaines de la biologie humaine, la physique, la nutrition, l'agronomie, la technologie des aliments, l'écologie etc.

d'autre part, l'analyse critique de ces données et leur traitement mathématique.

Observant que le mode de traitement des données conditionne en partie leur recherche, on a été conduit à entreprendre simultanément les deux séries d'opérations. Une coordination très étroite est d'autre part nécessaire entre les membres de l'équipe, afin d'éviter les recherches inutiles et les temps morts.

1.1. Recherche des informations scientifiques - Détermination des données de base

Les informations scientifiques sont obtenues :

- par le dépouillement et l'analyse de la documentation disponible,
- par des contacts directs avec les personnalités scientifiques qualifiées,
- éventuellement par des conventions passées avec les organismes les plus compétents des pays de la Communauté Européenne.

1.2. Exploitation des données - Traitement mathématique

Le traitement mathématique des données visant à déterminer les niveaux de contamination radioactive des denrées alimentaires et du milieu ambiant, susceptibles d'être éventuellement intégrées dans les Directives de l'Euratom, les schémas biologiques fondamentaux habituellement admis sur le plan international, et notamment par la Commission Internationale de Protection Radiologique, resteront la base des calculs. Certaines adaptations sont néanmoins nécessaires pour tenir compte à la fois :

- des différentes classes d'âge des populations,
- des différents régimes alimentaires,
- des différents types de pollution.

Les techniques de calcul deviennent vite de ce fait assez complexes.

1.3. Expression des résultats

1.3.1. Denrées alimentaires

Pour chaque radionuclide considéré, et pour chaque aliment vecteur, les valeurs suivantes seront mises en évidence :

les niveaux limites correspondant à chaque organe de référence dans les conditions les plus critiques d'âge, de régime et de pollution.

une série de limites correspondant à un certain nombre de situations-types.

1.3.2. *Milieu ambiant*

Suivant le même principe, seront mises en évidence des limites correspondantes pour les éléments du milieu (air, eau, sol).

2. **DONNEES BIOLOGIQUES DE BASE - EVOLUTION EN FONCTION DE L'AGE**

Au cours de l'année 1962, deux études importantes ont pu être achevées, dont l'une a été publiée au début de l'année 1963.

2.1. **Données anatomiques**

Ce travail a consisté à rassembler les évaluations anatomiques disponibles pour chacun des organes du corps humain, à chaque âge de la vie; à en dégager ensuite les valeurs moyennes les plus vraisemblables de façon à proposer un schéma standard de l'évolution pondérale de l'être humain, de la naissance à l'âge adulte.

Dans la mesure du possible, on s'est attaché à dégager un schéma standard de croissance représentatif de la population de la Communauté Européenne (voir figures 1 et 2).

Les données recueillies sont présentées sous forme de graphiques, permettant la détermination ultérieure du ou des âges critiques en fonction de l'évolution parallèle des facteurs physiologiques et du régime alimentaire.

2.2. **Données anatomophysiologiques relatives au tractus gastro-intestinal**

Le calcul des niveaux d'irradiation du tractus gastro-intestinal résultant de l'ingestion de radionuclides, implique la connaissance de quelques données standard de physiologie générale, en particulier la vitesse de transit du bol alimentaire dans les différentes sections de l'appareil digestif, et sur le volume du contenu de ces différents segments.

Les données actuellement disponibles tant pour l'adulte que pour la période de croissance ont été rassemblées dans un rapport en voie de publication.

Devant l'insuffisance manifeste des données sur les vitesses de transit pour les diverses étapes de la croissance, il est apparu indispensable de rechercher des informations plus précises au moyen d'observations faites selon une technique altérant le moins possible les processus naturels.

Trois projets sont actuellement à l'étude. Deux sont en voie de réalisation.

3. **DONNEES QUALITATIVES ET QUANTITATIVES SUR LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE - ETUDE DES REGIMES**

Presque tous les aliments peuvent contenir, en quantités plus ou moins élevées, les radionuclides déposés ou incorporés dans les différents produits végétaux ou animaux consommés par l'homme.

La contamination résultant de l'ingestion des aliments est directement fonction des quantités consommées de chacun des aliments et de leur niveau de contamination respectif.

La connaissance aussi précise que possible des quantités d'aliments consommés, c'est-à-dire des régimes alimentaires, est donc essentielle pour le but poursuivi.

Une première étude a porté sur l'évaluation de la consommation moyenne individuelle, basée sur le bilan des disponibilités alimentaires de chaque pays.

A titre d'exemple, nous donnons les résultats pour certaines régions de France et d'Italie (voir figures 3 et 4).

Les données ainsi établies donnent une idée générale sur les régimes moyens de chacun des pays. Mais les régimes mis en évidence sont théoriques, puisqu'ils supposent que tous les habitants d'un pays consomment uniformément la même part de tous les aliments, ce qui est manifestement faux.

Or dans la pratique un régime alimentaire homogène reste limité à un groupe de population restreint et les fluctuations constatées d'un groupe à l'autre peuvent présenter des écarts considérables. On ne peut dans ces conditions déterminer des niveaux de contamination destinés à étayer des mesures sanitaires sur la base de données moyennes. Il est au contraire essentiel pour le but proposé, de rechercher dans la population à protéger, quel est ou quels sont les régimes les plus critiques.

Cet impératif a fait apparaître la nécessité de procéder à des enquêtes alimentaires complémentaires dans chacun des pays de la Communauté Européenne.

Les données tirées des disponibilités alimentaires ont permis de localiser les enquêtes projetées dans les régions où la consommation des principaux vecteurs alimentaires apparaît la plus forte; notamment:

- en France pour la viande, le poisson et certains légumes frais,
- en Allemagne Fédérale, pour les pommes de terre et le seigle,
- aux Pays-Bas, pour le lait,
- en Italie pour le froment, le maïs, les légumes frais, les fruits et les légumes à gousses,
- en Belgique et au Luxembourg pour les œufs.

Ces enquêtes seront confiées à des organismes nationaux. Elles s'étendront sur une période d'une année et seront exécutées conformément à une méthodologie mise au point par le groupe des recherches. Il est envisagé de commencer ces enquêtes dès le printemps 1963.

4. ETUDES DES VECTEURS DES RADIONUCLIDES

Une première étude a porté sur les radionuclides intéressant la chaîne alimentaire, et la détermination d'un ordre d'urgence pour les études ultérieures.

Les résultats sont contenus dans le tableau I.

L'étude plus importante qui consiste à définir pour une situation donnée les rapports existant entre la contamination des différents aliments-vecteurs et leur évolution probable vers les niveaux critiques, est amorcée.

Tableau I

CLASSEMENT PAR ORDRE D'URGENCE POUR L'ETUDE DE RADIOELEMENTS SUSCEPTIBLES
DE CONTAMINER LA CHAINE ALIMENTAIRE

Classe	Radioisotopes	Organes de référence	
		forme soluble	forme insoluble
I	Strontium 90 + (Yttrium 90) Césium 137 Iode 131 (également I 133, I 132 et I 135) Carbone 14* Potassium 40	os, org. entier org. entier thyroïde graisse org. entier	TGI TGI
II	Cérium 144 Strontium 89 Ruthénium 106 Ruthénium 103 Baryum 140 Yttrium 91 Tellure 132 Molybdène 99 Zirconium 97 Zirconium 95	os, TGI, org. entier TGI TGI TGI	TGI TGI TGI TGI TGI TGI TGI TGI
III	Plutonium 238, 239, 240 Uranium, thorium, neptunium 239 Américium 241 Curium 242	os TGI reins, os TGI	TGI TGI TGI TGI
IV	Tritium *(eau) Sodium 24*, phosphore 32* Soufre 35*, chlore 36 Potassium 42, calcium 45* Manganèse 56*, fer 55* Fer 59*, cobalt 60*, cuivre 64*, zinc 65*	* (produits d'activation)	

5. ETUDES DES TRANSFERTS DES RADIONUCLIDES DES SOURCES DE POLLUTION A L'HOMME

L'étude des rapports existant entre la contamination des éléments du milieu et celle des vecteurs alimentaires est extrêmement vaste et complexe, étant donné le grand nombre des paramètres qui entrent en jeu pour modifier dans un sens ou dans l'autre les facteurs de transfert (voir figure 5).

Aussi dans un premier temps s'est-on attaché à faire l'inventaire des facteurs de contamination, puis l'analyse de ces facteurs, de façon à établir un plan de travail en fonction des priorités mises en évidence.

Suivant ce programme les études entreprises ont porté tout d'abord sur les transferts, qui ne font pas intervenir le passage dans le sol.

5.1. Transferts des radionuclides des aliments du bétail dans le lait et les produits laitiers

L'inventaire des données disponibles a mis en évidence un certain nombre de valeurs utilisables. Mais c'est encore insuffisant pour le but poursuivi. En particulier, nous avons besoin de connaître :

- a) le rapport entre la concentration des radionuclides présents dans le lait et leur concentration dans les produits laitiers,
- b) l'influence des différents facteurs agissant sur la sécrétion du lait (rendement journalier, âge de l'animal, race, alimentation, etc.).

Une proposition a été faite en vue de l'étude complémentaire prévue en a).

5.2. La contamination directe des produits végétaux

Dans une première étude, on a fait le relevé des données disponibles concernant le rapport entre la quantité des radionuclides déposés sur les produits végétaux et la quantité de ces nuclides retenus par des produits livrés à la consommation humaine.

Les valeurs trouvées sont difficilement utilisables pour notre travail et on peut prévoir dès maintenant la nécessité de procéder à des études systématiques, suivant des critères qui découleront d'une part du résultat des enquêtes alimentaires, d'autre part de l'analyse des données du contrôle de la contamination actuellement entrepris dans quelques pays de la Communauté.

L'étude de la contamination directe des produits végétaux destinés à la consommation animale n'a pas encore été abordée.

5.3. La contamination directe des céréales

Les études faites montrent que pour les céréales, la contamination directe est plus importante que la contamination indirecte, les principaux facteurs étant le niveau de contamination atmosphérique, le régime et la quantité des précipitations après l'apparition des épis.

Les données actuellement disponibles concernent presque exclusivement la contamination du blé par le ^{90}Sr et le ^{137}Cs .

Des études complémentaires sont proposées pour l'étude des autres céréales (avoine, riz, maïs, seigle, orge), et pour les radionuclides suivants: ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{106}Ru , ^{144}Ce , ^{95}Zr , afin de définir:

- a) les rapports contamination du grain/contamination de l'air,
- b) les taux de transferts au cours des processus de transformation industrielle.

6. LES SOURCES DE POLLUTION DU MILIEU AMBIANT

L'étude bibliographique des sources de pollution radioactive du milieu ambiant était nécessaire pour orienter nos recherches et notamment établir le classement des radionuclides à prendre en considération.

S'il appert qu'actuellement, les retombées atmosphériques résultant des essais nucléaires, constituent la cause principale de la contamination du milieu ambiant, il con-

vient de considérer cependant que les effluents et déchets de l'industrie atomique prendront dans l'avenir une importance relative plus considérable et qu'il convient par conséquent de connaître autant que possible la composition qualitative de ces effluents et déchets.

7. TECHNIQUES DE CALCUL - TRAITEMENT MATHEMATIQUE DES DONNEES

Les problèmes suivants ont été traités en 1962.

7.1. Analyse de l'information apportée par les enquêtes alimentaires

Le principe retenu pour les enquêtes projetées est celui d'enquêtes par pesées portant sur une semaine et réparties sur une année. Ces enquêtes fournissent la consommation globale des familles pour chacun des produits considérés.

A partir des valeurs recueillies, il est nécessaire de procéder à des estimations de la consommation moyenne des individus classés en catégories de consommateurs, hommes adultes, femmes adultes, enfants de divers âges... D'autre part, il est souhaitable de connaître, pour un produit donné, quelle est la consommation moyenne de la fraction la plus consommatrice de ce produit.

Des solutions ont été apportées à ces problèmes et constitueront la base de l'exploitation des données.

7.2. Calculs relatifs aux niveaux de contamination radioactive

Bien que le principe soit admis de s'écarter le moins possible des schémas généraux mis au point par le Comité II de la Commission Internationale de Protection Radiologique, certaines adaptations sont cependant nécessaires pour appliquer ces schémas:

- a) aux organes ou organismes en période de croissance,
- b) aux aliments autres que l'eau.

Le premier problème a été résolu pour les organes autres que le tractus gastro-intestinal.

Le second a été abordé en 1962, mais ne sera achevé qu'en 1963.

Enfin un certain nombre de vérifications ont dû être faites en restant dans le cadre des hypothèses admises par la Commission Internationale de Protection Radiologique pour éviter toutes difficultés au moment du traitement numérique des nouvelles données apportées par les études de biologie humaine d'une part, et les enquêtes alimentaires d'autre part. Ces vérifications ont, dans l'ensemble, donné des résultats satisfaisants.

LISTE DES PUBLICATIONS ET RAPPORTS INTERNES

Les rapports rédigés dans le cadre de l'Association sont essentiellement des documents de travail, qui ne sont pas destinés à être publiés.

Toutefois lorsque certains travaux apportent par eux-mêmes une contribution utile à la science, leur publication peut être décidée.

I. Rapports publiés

- FABRY C. L'évolution du poids des organes du corps humain, de la naissance à l'âge adulte, en Europe Occidentale.
Données anatomiques moyennes applicables à la détermination des niveaux admissibles de contamination, dans les problèmes de protection interne contre les radiations ionisantes.
Rapport publié par EURATOM sous le n° EUR 147.f.
- FABRY C. Schéma anatomo-physiologique du tractus gastro-intestinal à prendre en considération pour le calcul des niveaux de contamination radioactive.
Rapport publié par EURATOM sous le n° EUR 489.f.

II. Rapports internes

- r/VA-62.1 VACCA G. Sources de pollution radioactive du milieu ambiant.
Inventaire dressé d'après les renseignements bibliographiques.
- r/GA-62.2 GARNIER A. Les radionuclides à prendre en considération pour l'étude des niveaux de contamination de la chaîne alimentaire et du milieu ambiant.
Essais de classement.
- r/SM-62.5 SMEETS J.G. Etude des transferts des radionuclides des sources de pollution à l'homme:
1. Recherche d'une méthode de travail et établissement d'un planning en fonction des priorités.
- r/FA-62.6 FABRY C. La définition de l'homme standard.
- r/VA-62.7 VACCA G. Concentration maximale admissible basée sur la dose maximale admissible pour une partie du tractus gastro-intestinal.
Observations relatives à la méthode de calcul.
- r/GA-62.8 GARNIER A. Méthode d'évaluation des doses d'irradiation interne délivrée aux organes autres que le T.G.I. par l'ingestion quotidienne de 1 picocurie d'un radionuclide déterminé, en fonction de l'âge.
Analyse des facteurs nécessaires au calcul.
- r/SM-62.9 SMEETS J.G. Etude des transferts des radionuclides des sources de pollution à l'homme:
2. Transfert des radionuclides des aliments du bétail dans le lait et dans les produits laitiers.
- r/CR-62.13 CRESTA M. Aperçu sur les consommations alimentaires dans les Pays de la Communauté Européenne en vue d'établir le régime critique pour les différents groupes d'aliments.
- r/CR-62.18 CRESTA M. Rapports entre la composition de régime alimentaire et la structure socio-économique du consommateur.
- r/LA-62.19 LACOURLY G. Processus général d'approche des niveaux de contamination de la chaîne alimentaire et du milieu ambiant (1^{er} rapport). Sept. 62.
- r/LA-62.20 LACOURLY G. Processus général d'approche des niveaux de contamination de la chaîne alimentaire et du milieu ambiant (2^{me} rapport). Déc. 62.
- r/SM-62.23 SMEETS J.G. Etude du transfert des radionuclides des sources de pollution à l'homme.
3. La contamination directe des fruits et légumes.
- r/SM-62.24 SMEETS J.G. Etude du transfert des radionuclides des sources de pollution à l'homme.
4. La contamination directe des céréales.

TAILLE EN FONCTION DE L'AGE
 EN EUROPE, AUX U.S.A. ET EN GRANDE-BRETAGNE

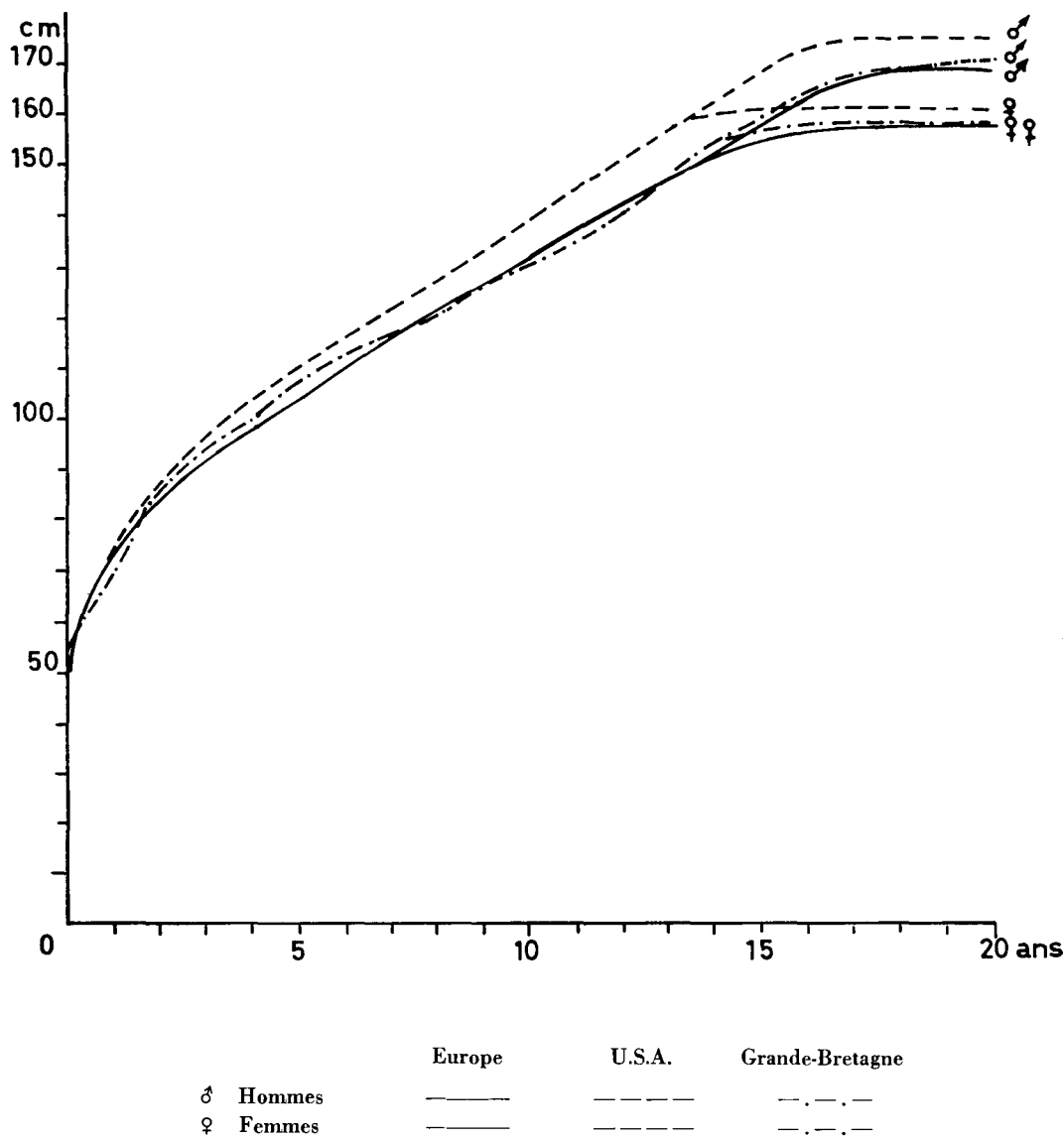


Figure 1

POIDS EN FONCTION DE L'AGE
 EN EUROPE, AUX U.S.A. ET EN GRANDE-BRETAGNE

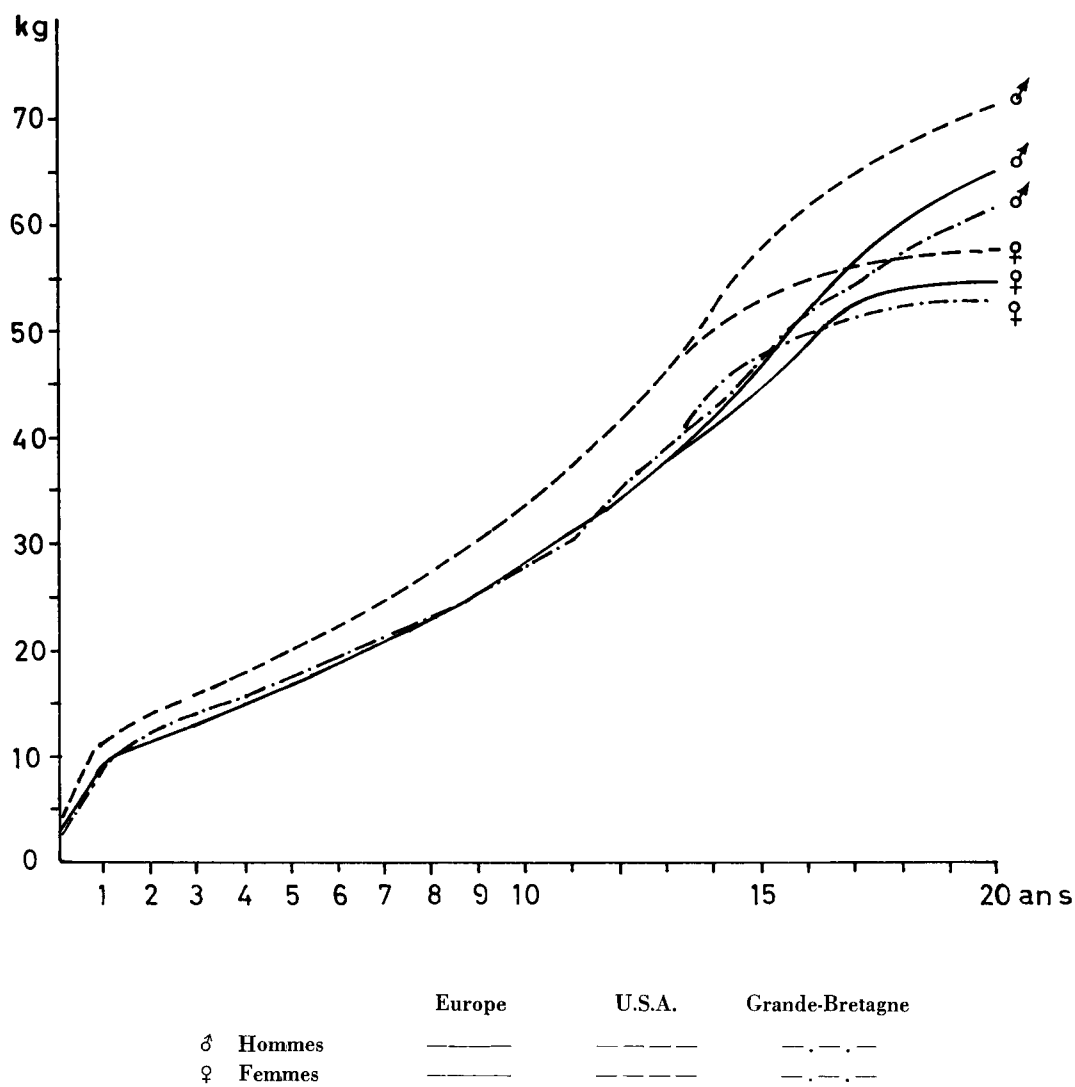


Figure 2

CONTRIBUTION RELATIVE DES DIFFERENTS GROUPES D'ALIMENTS
DANS LE REGIME DE QUELQUES GROUPES DE POPULATION FRANÇAISE

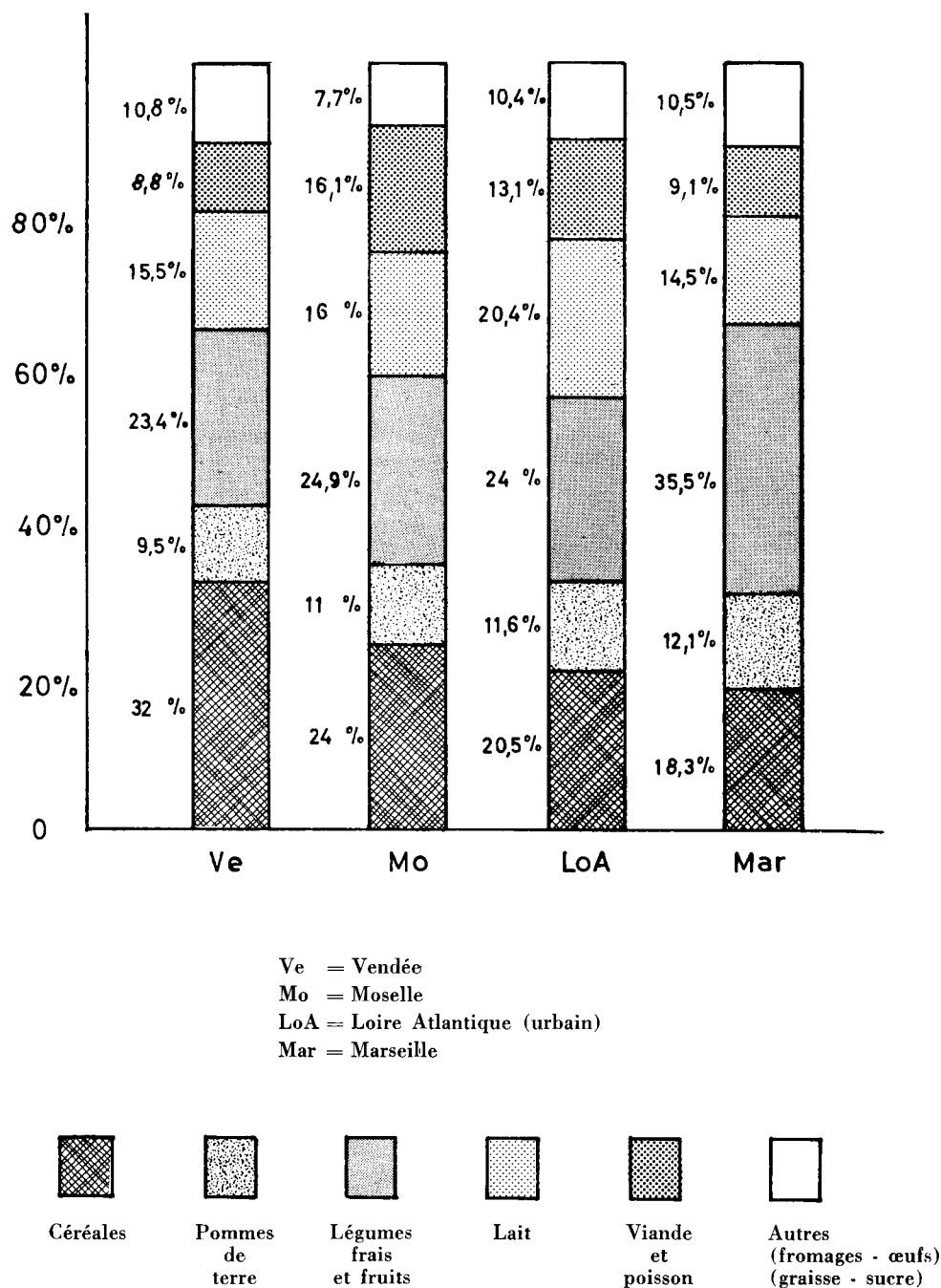


Figure 3

CONTRIBUTION RELATIVE DES DIFFERENTS ALIMENTS
DANS LE REGIME DE QUELQUES GROUPES DE POPULATION ITALIENNE

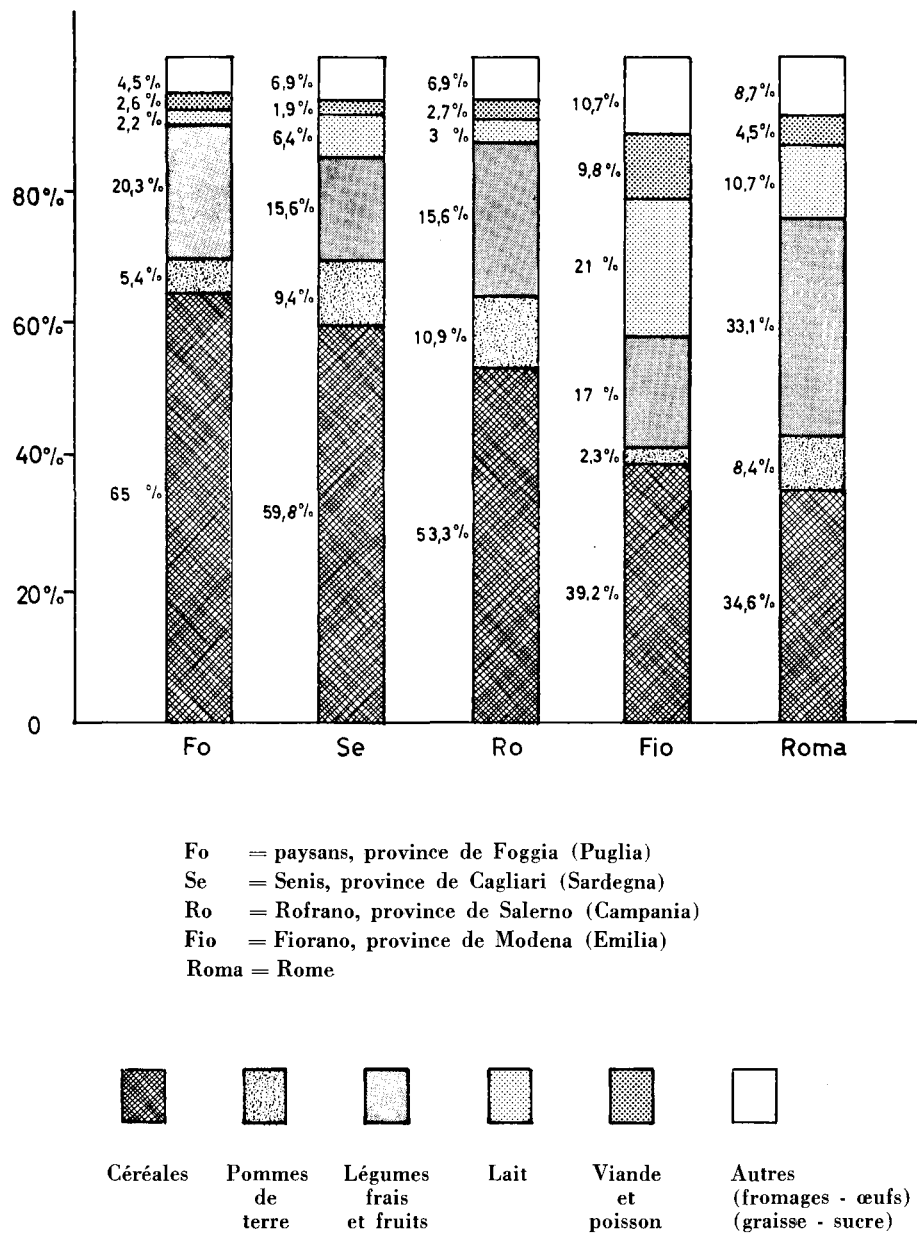


Figure 4

SCHEMA DES TRANSFERTS DES RADIOELEMENTS
DES SOURCES DE POLLUTION A L'HOMME

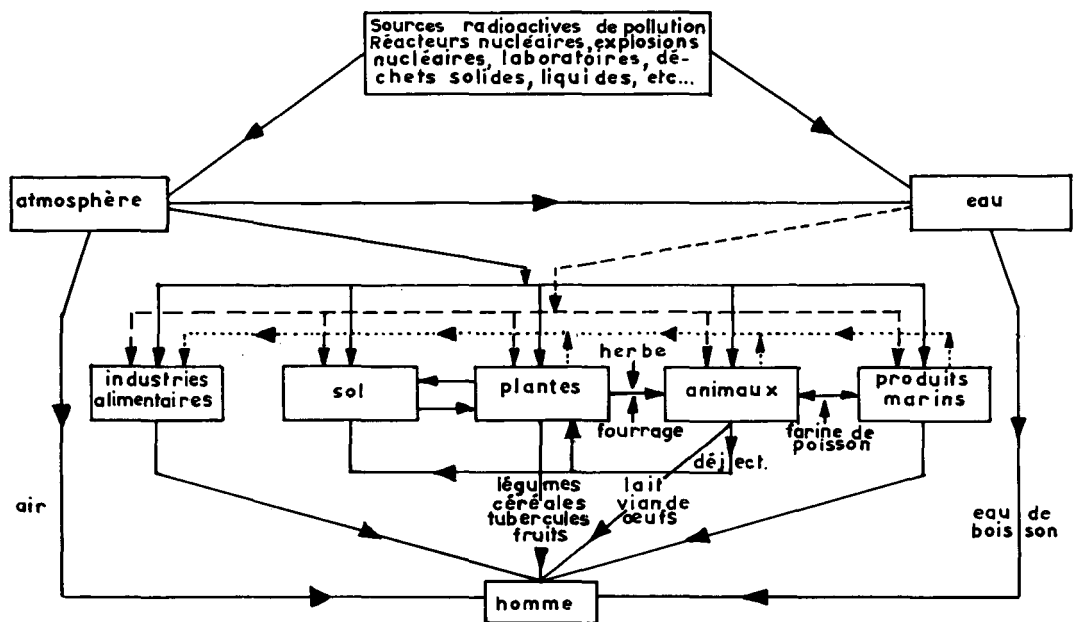


Figure 5

